

بهینه سازی مقدار فیبر انگور و کیتوزان در ماست میوه‌ای پروبیوتیک با استفاده از سطح پاسخ

پریسا دیباذر^۱، اصغر خسروشاهی اصل^{۲*}، شهین زمردی^۳

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه صنایع غذایی، دانشگاه ارومیه

۲- استاد گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۳- استادیار بخش فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی

(تاریخ دریافت: ۹۳/۷/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۳/۷/۸)

چکیده

در این مطالعه تاثیر فیبر انگور و کیتوزان بر زندehمانی لاکتوپاسیلوس فرمتموم و خواص فیزیکوشیمیایی و حسی ماست میوه‌ای حاوی کیوی در طول زمان نگهداری با استفاده از روش سطح پاسخ مورد بررسی قرار گرفت. مقدار فیبر انگور در محدوده $0-1/2$ درصد، مقدار کیتوزان $0-1$ درصد و زمان نگهداری $0-21$ روز بود. نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که با افزایش مقدار کیتوزان زندehمانی لاکتوپاسیلوس فرمتموم بطور معنی‌داری کاهش، اما با افزایش مقدار فیبر افزایش یافت ($p<0.05$). مقدار رطوبت و آب اندازی نمونه‌ها نیز با افزایش مقدار فیبر انگور و کیتوزان بطور معنی‌داری کاهش یافت ($p<0.05$). همچین افزایش مقدار کیتوزان فقط موجب کاهش امتیاز رنگ شد اما افزایش مقدار فیبر علاوه بر امتیاز رنگ، امتیاز طعم نمونه‌ها را نیز بطور معنی‌داری کاهش داد ($p<0.05$). در نهایت، میزان فیبر انگور $0/9$ درصد، کیتوزان $1/1$ درصد و زمان نگهداری 12 روز به عنوان شرایط بهینه برای تولید ماست میوه‌ای پروبیوتیک حاوی کیوی تعیین گردید.

کلید واژه گان: کیتوزان، فیبر انگور، لاکتوپاسیلوس فرمتموم، ماست میوه‌ای

* مسئول مکاتبات: a.khosrowshahi@gmail.com

عنوان یک منع جدید فیبر رژیمی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۰]. علاوه بر خاصیت ضد میکروبی کیتوزان، می‌توان به کاهش دهنده‌گی کلسترول و گلوکز خون، قوام دهنده‌گی و ایجاد بافت مناسب و خواص امولسیفایر آن اشاره کرد [۱۱]. فیبرها نیز از جمله ترکیبات پری بیوتیک هستند که عمدتاً از دیواره سلولی میوه‌ها، سبزی‌ها و غلات تامین می‌شوند که شامل پلی ساکاریدها، الیگو ساکاریدها، لیگنین و مواد گیاهی هستند که از نظر فیزیولوژیکی سودمند می‌باشند [۱۲ و ۱۳]. سازمان بهداشت جهانی دریافت حداقل ۲۵ گرم فیبر غذایی را در روز توصیه می‌کند [۱۴]. در این میان تفاله انگور حاصل از صنعت آب میوه، منبع غنی از پلی فتل‌ها است تفاله انگور یکی از فرآورده‌های فرعی حاصل از استخراج آب انگور بوده و به طور طبیعی از ۶۰ درصد تفاله و ۴۰ درصد دانه تشکیل شده است. تفاله انگور سفید (بر اساس ماده خشک) دارای حدود ۱۷/۳ تا ۲۸٪ فیبر، ۵۵/۸-۷۷/۵٪ قند محلول، ۲۱/۴-۲۶/۸ میلی گرم در گرم پلی فتل می‌باشد. بر این اساس پوست انگور سفید به عنوان مواد فیبری غنی از مواد فعال زیستی قابل استفاده می‌باشد [۱۵ و ۱۶]. مطالعات اپیدمیولوژیک مختلف ارتباط بین رژیم غذایی غنی از پلی فتل‌ها و کاهش خطر ابتلاء به بیماری‌های قلبی عروقی و انواع خاصی از سرطان را نشان داده‌اند [۱۷]. با توجه به اثرات مثبت فیبر انگور، افزایش آن به محصولاتی همچون ماست که مصرف بیشتری دارد، می‌تواند به کمبود فیبر در رژیم غذایی افراد کمک کند. تحقیقات چندی در خصوص کاربرد فیبرها در تهیه محصولات لبنی انجام شده است. براساس تحقیقات، افزایش فیبر موجب کاهش خواص حسی ماست می‌گردد. لذا با افزایش مارمالاد میوه، می‌توان خواص حسی محصول را بهبود بخشید. ماست‌های طعم‌دار با اضافه نمودن مارمالاد، کنسانتره میوه‌ها یا شربت‌های طعم‌دار بعد یا قبل از فرایند انکوپاسیون به ماست، تهیه می‌شود. ترکیبات طعم دهنده قوام ماست را کاهش می‌دهد. از طرفی موجب افزایش ارزش تغذیه‌ای و تنوع محصولات در بازار می‌شود [۲۰]. دلو استفولو و همکاران (۲۰۰۴) و سیندرا و همکاران (۲۰۱۰) به ترتیب گزارش کردند که افزایش بیش از ۱/۳ گرم فیبر سیب و ۱ گرم فیبر پرتفال در ۱۰۰ میلی لیتر شیر، موجب کاهش امتیاز خواص حسی ماست گردید [۱۸ و ۱۹]. عاسیر و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند برخلاف تصورات عمومی مبنی بر ضد میکروبی بودن کیتوزان، این ترکیب بر رشد لاکتوپلیسیلوس/سیلوفیلوس اثرات بازدارنده‌گی کاملی از خود نشان نداد که

۱- مقدمه

در سال‌های اخیر کیفیت و سالم بودن مواد غذایی توجه مصرف کنندگان را به خود معطوف ساخته است. امروزه اکثر مصرف اثر سلامت بخشی آن نیز توجه دارند. چنین خصوصیاتی را در گروه جدیدی از غذاها تحت عنوان غذاهای عملگرای^۱ می‌توان یافته که حاوی پری بیوتیک و پری بیوتیک هستند، که در اثر ترکیب این دو، محصول غذایی به نام سین بیوتیک تولید می‌شود [۱]. پری بیوتیک‌ها میکروارگانیسم‌های زنده‌ای (به طور عمده لاکتوپلیسیلوس و بیفیلوبکتریا) هستند که اگر در مقادیر کافی مصرف شوند، خواص سلامت بخش در میزان ایجاد می‌نمایند [۲]. لاکتوپلیسیلوس فرمتموم به عنوان یکی از مهم‌ترین میکروارگانیسم‌های پری بیوتیک دارای اثرات سلامت بخشی مانند: بهبود هضم لاکتوز، بهبود تعادل میکروبی روده، افزایش ارزش تغذیه‌ای و بهبود جذب کلسیم، سنتز ویتامین‌ها و پروتئین‌ها می‌باشد [۳-۶]. با افزایش اطلاعات مصرف کنندگان در رابطه با اثرات سلامت بخش پری بیوتیک‌ها، تمایل برای مصرف ماست پری بیوتیک افزایش یافته است. برای انسان تعداد حداقل ۱۰^۶ سلول زنده پری بیوتیک در زمان مصرف جهت ایجاد اثرات مطلوب لازم است [۷]. مشکل موجود در رابطه با محصولات پری بیوتیک آن است که میکروارگانیسم‌های مفید اغلب نمی‌توانند در محصول غذایی به مدت طولانی زنده بمانند لذا استفاده از مواد پری بیوتیک که تحریک کننده‌ی رشد پری بیوتیک‌ها در روده می‌باشد، می‌تواند به ماندگاری بهتر آنها در طی نگهداری محصول کمک کنند. مطالعات زیادی در رابطه با افزودن پری بیوتیک‌ها به محصولات لبنی صورت گرفته است و گزارش کرده‌اند که اثر مثبتی هم در رشد باکتری‌های پری بیوتیک و هم ویژگی‌های حسی، رئولوژیکی و فیزیکوشیمیابی آنها دارد [۸]. از پری بیوتیک‌های مهم می‌توان به بعضی از صمغها از جمله کیتوزان اشاره کرد. کیتوزان پلیمر گلوکرآمین است که از استیل زدایی کیتین تهیه می‌شود. منع عمده و تجارتی کیتین، پوسته سخت پوستان از جمله خرچنگ، میگو، لابستر و آرتمیا است [۹]. از آنچاییکه پلیمر کیتوزان ترکیب زیست سازگار و غیر سمی بوده، در برابر آنزیم‌های گوارش انسان مقاوم است، لذا به

آوردن فیبر با اندازه مشخص و یکسان، پودر حاصل ابتدا از الک با مش ۸۰ و سپس از الک با مش ۱۰۰ عبور داده شد. اندازه ذرات پودر فیبر بین ۱۱۷ تا ۱۴۹ میکرون بود [۲۲].

ویژگی های فیبر از جمله میزان رطوبت (از طریق خشک کردن در آون 103 ± 2 درجه سانتی گراد)، خاکستر (توسط سوزاندن در کوره در دمای 550 ± 5 درجه سانتی گراد) تعیین گردید [۲۳]. برای تعیین اسیدیته (بر حسب اسید تارتاریک) و pH، مقدار ۱۸ گرم از فیبر به ۲۰۰ میلی لیتر آب مقطر اضافه گردید و مدت یک ساعت در حمام آب ۴۰ درجه سانتی گراد قرار گرفت. پس از صاف کردن، pH توسط pH متر تعیین شد [۲۲]. برای اندازه گیری میزان فیبر، نمونه آسیاب شده در محلول جوشان اسید سولفوریک (هضم اسیدی) و سپس در محلول جوشان سدیم هیدروکسید (هضم قلایانی) قرار داده شد. با قیمانده را با صاف کردن و شستن جدا نموده و سپس سوزانده شد تا خاکستر به جا بماند. درصد خاکستر باقی مانده، نشان دهنده درصد فیبر خام است [۲۵ و ۲۶]. برای تعیین ظرفیت نگهداری آب، به ۵ گرم از فیبر، ۲۵ میلی لیتر آب مقطر اضافه گردید، پس از ۳۰ دقیقه نگهداری در دمای محیط، بمدت ۱۰ دقیقه با سرعت g ۲۵۰۰ سانتیفُوژ شد. سپس سرم جدا و رسوب باقی مانده توزین شد و بر حسب گرم آب بر گرم فیبر انگور محاسبه گردید [۲۶]. برای شمارش کپک، مخمر و شمارش کلی پس از تهیه سری رقت ها توسط آب پیتون /۰ درصد استریل به ترتیب از محیط کشت های PCA و DG18^۳ استفاده گردید. ویژگی های فیزیکو شیمیایی فیبر انگور عبارت از رطوبت 40% ، خاکستر 7% ، اسیدیته بر حسب اسید تارتاریک 13% ، فیبر خام 13% ، ظرفیت نگهداری آب 277% (WHC) گرم آب در گرم فیبر انگور و آلودگی کلی میکروبی و مخمر آن به ترتیب 299 و 139 واحد کلنی در گرم بود. ضمنا هیچ گونه کپک در آن مشاهده نشد.

ویژگی های میوه و مارمالاد کیوی از جمله pH (با استفاده از pH متر)، بریکس (به روش رفراکتومتری)، درصد ساکارز (به روش لین- آینون) و اسیدیته (بر حسب اسید سیتریک) توسط تیتراسیون با سود 10% نرمال به روش پتانسیومتری تا pH=۸/۳ تعیین گردید [۲۳]. ویژگی های پوره و مارمالاد کیوی به ترتیب عبارت از بریکس $15/8$ و $66/5$ درصد، اسیدیته بر حسب اسید

احتمالا در ژلهای اسیدی به علت ایجاد کمپلکس کیتوزان- کازئین- گلبول های چربی، موقعیت های اتصالی با سطح میکرو اگانیسم ها کاهش یافته و منجر به کاهش اندکی از رشد پروپیوتیک می شود [۲۱].

لذا در این مطالعه هدف ارزیابی زنده مانی لاکتوباسیلوس فرمنتوم در ماست میوه ای با ترکیبی از فیبر انگور و کیتوزان و ارزیابی برخی ویژگی های فیزیکو شیمیایی، حسی و میکروبی محصول نهایی است.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد

شیر کامل (با ماده خشک $12/5\%$ ، اسیدیته بر حسب اسید لاکتیک $14/0\%$ ، چربی 3% ، پروتئین $17/3\%$ ، دانسیته 1030 و $6/73$ pH=) از یک دامداری صنعتی واقع در روستای گباران ارومیه تهیه شد. استارتر YC-X11 حاوی استرپتوكوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس دلبروکی زیر گونه بولگاریکوس (کریستن هانسن دانمارک)، باکتری لاکتوباسیلوس فرمنتوم (PTCC 1744) از مرکز کلکسیون فارچ ها و باکتری های صنعتی ایران، محیط کشت های MRS^۱ آگار، MRS براث، DRBC^۲ از شرکت DG18^۳ از شرکت مرک آلمان، صمغ کیتوزان از شرکت Sigma-Aldrich خریداری شدند. تجهیزات مورد استفاده نیز شامل: انکوباتور و آون (ممتر آلمان)، ترازوی با دقیقه $1/0001$ گرم (رادواگ لهستان)، pH متر (پوتك سنتگاپور)، سانتیفُوژ ژربر (آلمن)، لاکتودانسیتمتر (چین)، رفراکتومتر (آتاگو ژاپن)، دستگاه پمپ خلا (Rocker تایوان)، کوره الکتریکی (اکسایتون ایران)، سانتیفُوژ یخچال دار (اپیندروف آلمان) بودند.

۲-۲- روش ها

۲-۲-۱- روش تهیه فیبر انگور

تفاله انگور از شرکت سیب تاک ارومیه تهیه گردید. ابتدا تفاله در آب داغ 90 درجه سانتی گراد به مدت 5 دقیقه شستشو داده شد و پس از آبکش کردن، در دمای 65 درجه سانتی گراد تا رطوبت حداقل 5 درصد خشک گردید و سپس آسیاب شد. برای بدست

1. De Man, Rogosa, Sharpe (MRS)

2. Dichloran Rose-Bengal Chloramphenicol Agar (DRBC)

3. Dichloran 18% Glycerol (DG)

۲-۲-۴-روش تهیه ماست

ابتدا ماده خشک شیر با افزودن ۲ درصد شیر خشک بدون چربی (شرکت گلشناد مشهد) تنظیم گردید. سپس پودر فیبر و کیتوزان ۸۵ مطابق طرح آزمایشی (جدول ۱) اضافه شد. محلول در دمای ۸۵ درجه سانتی گراد، به مدت ۱۵ دقیقه در حال هم زدن آرام، در حمام آب گرم پاستوریزه شد. سپس تا دمای ۴۳ درجه سانتی گراد (PTCC 1744) سرد و آغازگر ماست و لاکتوپاسیلوس فرمتووم (MRS) میلی لیتر از محیط اضافه و محلول گردید. نمونه‌ها تا حصول pH معادل ۴/۶ در گرمخانه با دمای ۴۳ درجه سانتی گراد قرار داده شدند. نهایتاً به نمونه‌های ماست حاصله ۲۰ درصد وزنی اوزنی مارمالاد کیوی اضافه گردید و به آرامی هم زده شد و در لیوان‌های استریل پر گردید و به مدت ۲۱ روز در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شد.

جدول ۱ طراحی آزمون‌ها براساس مدل طرح مرکز وجه (CCF) با سه متغیر (فیبر انگور، کیتوزان و زمان نگهداری)

شماره	فیبر انگور (%)	کیتوزان (%)	زمان (روز)
۱	۰	۰	۳
۲	۰	۰	۲۱
۳	۱/۲	۰	۳
۴	۱/۲	۰	۲۱
۵	۰	۱	۳
۶	۰	۱	۲۱
۷	۱/۲	۱	۳
۸	۱/۲	۱	۲۱
۹	۰/۶	۰	۱۲
۱۰	۰/۶	۱	۱۲
۱۱	۰	۰/۵	۱۲
۱۲	۱/۲	۰/۵	۱۲
۱۳	۰/۶	۰/۵	۳
۱۴	۰/۶	۰/۵	۲۱
۱۵	۰/۶	۰/۰	۱۲
۱۶	۰/۶	۰/۵	۱۲
۱۷	۰/۶	۰/۵	۱۲
۱۸	۰/۶	۰/۰	۱۲
۱۹	۰/۶	۰/۵	۱۲
۲۰	۰/۶	۰/۵	۱۲

سیتریک ۱/۵۱ و ۰/۷۶۵٪ pH برابر ۳/۳۷۵ و ۳/۳۵۳ و مقدار ساکارز مارمالا کیوی ۰/۲۸٪ بود.

۲-۲-۲-آماده کردن باکتری پروپیوتیک

آمپول خشک شده انجمنادی لیوفیلیزه حاوی باکتری لاکتوپاسیلوس فرمتووم در شرایط استریل شکسته شد و محتوی آن به لوله آزمایش دارای مقدار ۱۰ میلی لیتر محیط کشت MRS مایع استریل منتقل گردید و مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد انکوبه شد. سپس به اrlen حاوی ۹۵ میلی لیتر از محیط کشت فوق منتقل شد و تحت شرایط ذکر شده انکوبه گردید. این عمل ۲ تا ۳ بار تکرار شد تا تعداد باکتری‌ها به مقدار لازم بررسد. سپس سلولهای میکروبی توسط سانتریفیوژ یخچالدار با دور ۱۵۰۰g و دمای ۲۵ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵ دقیقه برداشت شد. باکتری‌های برداشت شده دو بار با آب پیتون ۰/۱ درصد استریل شستشو داده شدند [۲۷].

۲-۲-۳-روش طرح آزمایشی و تیمارهای آماری

در این تحقیق، از روش سطح پاسخ^۱ و از طرح مرکز وجه^۲ استفاده شد. متغیرهای مستقل شامل مقدار فیبر انگور، غلظت کیتوزان و زمان نگهداری در ۳ سطح بود. نمایش طراحی آزمون‌ها در جدول ۱ آمده است. تعداد نمونه‌های آزمایشی ۲۰ عدد بود که در این میان ۶ آزمون تکرار در نقطه مرکزی بود که از این نقاط برای تعیین خطای آزمایش استفاده شد. داده‌ها توسط نرم افزار SAS 9.2 مدلسازی شد و شکل‌های سه بعدی این طرح (منحنی‌های سطح پاسخ) جهت بررسی رابطه میان پاسخ و متغیرهای مستقل رسم شد. آنالیز رگرسیون با مدل درجه دوم زیر انجام گرفت:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{11} X_{21} + \beta_{22} X_{22} + \beta_{33} X_{23} + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{23} X_2 X_3$$

که در آن Y پاسخ پیش‌بینی شده، β_0 ضریب ثابت، $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ و $\beta_{11}, \beta_{22}, \beta_{33}$ اثرات خطی، $\beta_{12}, \beta_{13}, \beta_{23}$ و $\beta_{13}, \beta_{22}, \beta_{33}$ اثر مربعات و متقابل می‌باشد.

- Response Surface Methodology (RSM)
- Face Centered Design (FCD)

آنالیز داده‌ها مدل نهایی زنده‌مانی پروریوتیک‌ها به صورت معادله زیر تعیین شد.

$$\text{Probiotic} = 8/3597 - 3/9645A - 0/447B + 0/0147C \\ + 0/7581A^2 - 2/508AB - 0/1261AC + 0/221B^2 + 0/147BC - 0/0056C^2$$

A و C به ترتیب نشانگر مقدار کیتوزان، مقدار فیبر انگور و زمان نگهداری می‌باشند. با توجه به جدول ۲ مدل فوق از لحظه آماری معنی‌دار ($\alpha = 0/01$) بوده و دارای عدم برآشش^۱ غیرمعنی‌دار و ضریب تبیین اصلاح شده بالا می‌باشد، لذا می‌توان برای پیش‌بینی تعداد پروریوتیک از آن استفاده کرد.

نتایج تجزیه آماری داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که در ماست میوه‌ای تاثیر خطی مقدار کیتوزان و زمان نگهداری، تاثیر متقابل فیبر و زمان نگهداری، تاثیر متقابل کیتوزان و فیبر، تاثیر متقابل کیتوزان و زمان نگهداری و همچنین اثر مربعی زمان نگهداری معنی‌دار بود ($p < 0/05$).

همانطور که در شکل ۱ (الف) مشاهده می‌شود، افزایش کیتوزان زنده‌مانی لاکتوپاسیلوس فرمتووم (PTCC 1744) را بطور معنی‌داری کاهش داد ($p < 0/05$). کیتوزان به دلیل داشتن بار مثبت می‌تواند با ترکیبات غشاء سلولی میکروبی شامل ترکیبات فسفولیپیدی و پلی ساکاریدی که دارای بار منفی هستند، واکنش دهد و موجب تخریب غشاء سلولی و تغییر در نفوذ پذیری آن شده و منجر به از دست رفتن ترکیبات داخل سلولی گردد. کیتوزان همچنین می‌تواند به عنوان یک ترکیب شلاته کننده، با فلزات کم مقدار کمپلکس داده و مانع رشد میکروب‌ها شود

[۳۳، ۳۲ و ۱۵].

۲-۴-۵- روش‌های آزمایش نمونه‌های ماست

برای شمارش لاکتوپاسیلوس فرمتووم از محیط کشت MRS آگار، بصورت کشت پورپلیت استفاده شد. کشت‌ها در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت به صورت هوایی انکوبه گردید [۲۸]. برای شمارش کپک و مخمر نیز از محیط کشت DRBC، بصورت کشت سطحی استفاده شد. کشت‌ها در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ تا ۵ روز انکوبه گردید [۲۹]. رطوبت ماست به روش خشک کردن همراه با شن آزمایشگاهی در آون معمولی در دمای ۱۰۳±۲ درجه سانتی‌گراد، pH با استفاده از pH متر، چربی به روش ژربر تعیین شد [۲۳]. برای اندازه‌گیری میزان آب اندازی^۱ نیز مقدار ۳۰ گرم از نمونه‌ها در لوله‌های مخصوص توزین و در سانتریفوژ یخچال‌دار با دور ۲۲۲g در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ گردید. سرم جدا شده از نمونه توزین شد [۳۰]. مقدار آب اندازی به صورت درصد نسبت وزن فاز مایع شفاف جدا شده بر وزن اولیه نمونه ماست محاسبه گردید [۳۱]. آزمون ارزیابی حسی، توسط ۱۵ داوطلب انجام شد و برای ارزیابی طعم و رنگ از آزمون هدونیک ۵ نقطه‌ای (پنج: مطلوب‌ترین، یک: نامطلوب‌ترین) استفاده شد. میانگین امتیاز طعم و رنگ محاسبه شد و با استفاده از طرح RSM تجزیه و تحلیل گردید.

۳- نتایج و بحث

خلاصه نتایج تجزیه واریانس زنده‌مانی پروریوتیک و خواص فیزیکی شیمیایی نمونه‌های ماست میوه‌ای در جدول ۲ آورده شده است.

۳-۱- تغییرات جمعیت لاکتوپاسیلوس فرمتووم

یکی از فاکتورهای بسیار مهم در فرآورده‌های پروریوتیکی حفظ تعداد پروریوتیک در طول نگهداری محصول می‌باشد. با توجه به

2. Lack of fit

1. Syneresis

جدول ۲ خلاصه نتایج تجزیه واریانس زنده‌مانی پروبیوتیک و خواص فیزیکی شیمیایی نمونه‌های ماست میوه‌ای

میانگین مربوطات							آزادی	درجه	منابع متغیر
امتیاز رنگ	امتیاز طعم	آب اندازی (%)	pH	رطوبت (%)	زنده مانی ل. فرماتوم	(Logcfu/g)			
۰/۴۸۴*	۰/۰۶۴ ns	۳۱/۷۹۰۸**	۰/۴۵۷۱**	۳۴/۴۴۷۳**	**۲۵/۵۶۸۰	۱	میزان کیتوزان (A)		
۳/۲۴۹**	۱/۴۴۴۴**	۰/۱۱۰۲۵ ns	۰/۰۰۶۰ ns	۱۰/۸۵۷۶**	۰/۳۸۰۲ns	۱	مقدار فیبر انگور (B)		
۰/۷۸۴**	۰/۱۹۶ ns	۳۹/۳۶۲۵**	۰/۰۱۰۹*	۴/۰۹۷ns	*۰/۷۷۲۸	۱	زمان نگهداری (C)		
۰/۰۱۴۰۶ ns	۰/۱۶۵۶ ns	۱/۱۶۱۸ ns	۰/۰۰۰۲۳ ns	۰/۱۶۱۴ ns	۰/۰۹۸۸ ns	۱	A ²		
۰/۰۰۵ ns	۰/۰۰۱۲۵ ns	۱۲/۴۷۵۰*	۰/۰۰۳۷ ns	۰/۰۷۸۰ ns	۴/۵۳۰۰۵**	۱	AB		
۰/۰۰۰ ns	۰/۰۶۱۲ ns	۹/۳۹۶۱*	۰/۰۱۰۰۸ ns	۰/۴۸۵۱ ns	۲/۵۷۶۴**	۱	AC		
۰/۰۴۱۴ ns	۰/۳۴۵۶*	۰/۲۰۰۴ ns	۰/۰۰۰۰۱ ns	۱/۴۵۶۳ ns	۰/۰۱۷۴ ns	۱	B ²		
۲/۴۷E-۳۲ ns	۰/۰۳۱۲۵ ns	۰/۰۱۹۰۱ ns	۰/۰۰۰۰۷ ns	۰/۶۶۷۰ ns	۵/۰۲۴۴**	۱	BC		
۰/۰۸۲۰۴ ns	۰/۳۲۸۱*	۰/۹۰۹۷ ns	۰/۰۲۱۴*	۲/۲۶۵۹ ns	۰/۵۷۰۴*	۱	C ²		
۰/۰۵۵۸۷**	۰/۲۸۶۲**	۱۱/۲۷۹**	۰/۰۵۸۷**	۶/۵۸۶۵**	۴/۳۸۳۹**	۹	مدل		
۱/۰۰۵۶**	۰/۵۶۸**	۲۳/۷۵۴**	۰/۱۵۹۶**	۱۶/۴۶۷**	۸/۹۰۷**	۳	خطی		
۰/۱۶۹۰۱ ns	۰/۲۵۹۲*	۲/۷۸۵۷ ns	۰/۰۱۱۸۶*	۲/۸۸۲۴ ns	۰/۲۰۱۱ ns	۳	درجه دوم		
۰/۰۵۶۰۴	۰/۰۴۳۶	۱/۸۵۰۳	۰/۰۰۳۰۱	۰/۸۶۵۱	۰/۱۰۵۶	۱۰	خطا		
۰/۰۹۳۴ ns	۰/۰۵۶۵ ns	۲/۹۱۴۶ ns	۰/۰۰۲۴۲ ns	۱/۲۲۱۳ ns	۰/۰۹۵ ns	۵	عدم برآش		
۰/۰۱۸۶۶	۰/۰۳۰۶	۰/۷۸۵۹	۰/۰۰۳۵	۰/۵۰۸۹	۰/۱۱۶۳	۵	Pure Error		
%۸۹/۹۷	%۸۵/۵۲	%۸۴/۵۸	%۹۴/۶۱	%۸۷/۲۶	%۹۷/۳۹	-	R ²		
%۸۰/۹۵	%۷۷/۴۹	%۷۰/۷۱	%۸۹/۷۶	%۷۵/۸۰	%۹۵/۰۴	-	R ² adj		
ضریب پراکندگی	-	۴/۸۴۲۱	۱/۲۷۰۸	۱/۲۱۹۶	۱۰/۳۳۴۳	۵/۲۴۶۷	۶/۳۰۴۶۳		

*معنی دار در سطح ۰/۰۵، **معنی دار در سطح ۰/۰۱ و ns غیر معنی دار

سامونلا انتریدیس و لاکتوپاسیلوس پلاتاروم از خود نشان داد

[۳۵]. این نتایج با نتایج این بررسی مطابقت دارد.

همچنین نتایج حاصل نشان داد که با افزایش مقدار فیبر زنده‌مانی پروبیوتیک بطور معنی داری در طول نگهداری افزایش یافت (P<۰/۰۵). بطوریکه تعداد لاکتوپاسیلوس فرماتوم در نمونه‌های حاوی حدود ۱/۲ درصد فیبر در پایان دوره نگهداری (۲۱ روز) تقریباً حدود ۹/۲ سیکل لگاریتمی حفظ گردید (شکل ۱ ب). دلیل آن را می‌توان به وجود ترکیبات پری‌بیوتیک در فیبر انگور نسبت داد که موجب تحریک رشد و فعالیت لاکتوپاسیلوس فرماتوم شده وزنده‌مانی آن را افزایش داده است. زیرا با توجه به بررسی‌های انجام شده، فیبر انگور دارای ۶/۹۳٪ پروتئین، ۵/۷۷٪ خاکستر و ۳۸/۳۳٪ لیگنین بوده و کربوهیدرات‌های عمدۀ آن نیز

این نتایج با نتایج حاصل از تحقیقات عاسیر و همکاران (۲۰۰۲) مطابقت ندارد. آنها گزارش کردند که در نمونه‌های پنیر، کیتوزان اثرات بازدارندگی کاملی بر رشد لاکتوپاسیلوس /سیلوفیلوس نداشت. علت آن را نیز ایجاد کمپلکس کیتوزان-کازائین-گلبول‌های چربی در محیط‌های اسیدی دانستند که موجب کاهش موقعیت‌های اتصالی کیتوزان با سطح میکرووارگانیسم‌ها می‌گردد [۲۱]. تسای و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند افزایش کیتوزان به شیر خام موجب کاهش رشد گونه‌های سالمونلا و استافیلکوکوس شد [۳۴]. بزرگ و همکاران (۱۳۸۷) نیز در سیس مایونز بیان کردند کیتوزان اثر ضدمیکروبی کاملی بر رشد

اسپیگل و همکاران (۲۰۰۴) گزارش نمودند که وجود پری‌بیوتیک‌های انتخابی موجب بهبود فعالیت متابولیکی و زنده‌مانی گونه‌های لاکتوپاسیلوس گردید [۳۸]. کاپلا و همکاران نشان دادند هنگامی که پری‌بیوتیک رافتیلوز به نسبت ۱/۵ درصد وزنی - حجمی به ماست اضافه می‌گردد قابلیت زیستی لاکتوپاسیلوس کازئی، لاکتوپاسیلوس اسیدوفیلوس، لاکتوپاسیلوس رامنوسوس و بیفیدوبیکتریوم در طول ۴ هفته نگهداری در ۴ درجه سانتی گراد ۱/۴ سیکل لگاریتمی افزایش می‌یابد [۳۹]. دونکور و همکاران نشان دادند که افزایش اینولین به ماست موجب افزایش رشد لاکتوپاسیلوس کازئی در طول ۲۸ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی گراد گردید [۴۰]. نتایج حاصل از این تحقیقات، با نتایج این بررسی مطابقت دارد.

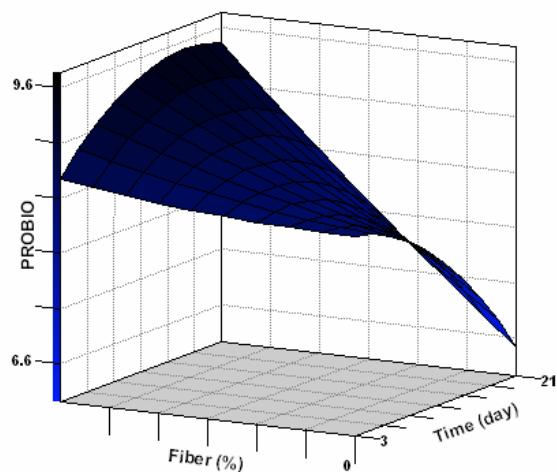
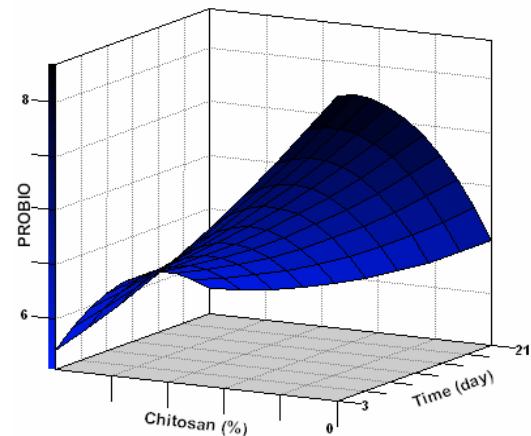
۲-۳- شمارش کپک و مخمر

کیتوزان بطور غیر معنی داری باعث کاهش کپک و مخمر شد ($p < 0.05$). مطالعه‌ای در مورد امکان استفاده از کیتوزان محلول در آب (۰٪) برای به حداقل رساندن فساد میکروبی (باکتریایی و مخمر) در شیر فرآوری شده صورت گرفته بود که نتیجه آن مهار کامل رشد میکروبی در شیر با طعم موز حاوی کیتوزان در مقابل شیر کنترل بود [۴۱]. همچنین با افزایش فیبر انگور ابتدا تعداد کپک و مخمرها افزایش و سپس کاهش یافت اما این تغییرات معنی دار نبود ($p > 0.05$). با توجه به اینکه مدل فوق از لحاظ آماری غیرمعنی دار و عدم برآش معنی دار و ضریب تبیین اصلاح شده پایین است (جدول ۳) نمی‌توان برای پیش‌بینی از آن استفاده کرد.

۳-۳- بررسی خواص کیفی ماست میوه‌ای

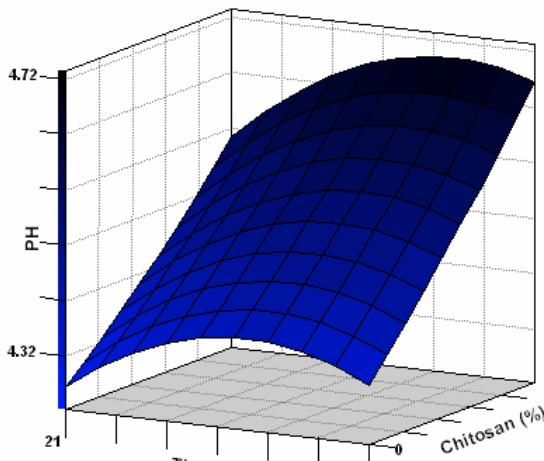
با توجه به جدول ۳، تاثیر مقدار فیبر انگور و کیتوزان بر درصد رطوبت معنی دار بود ($p < 0.05$). با افزایش میزان فیبر انگور و کیتوزان، درصد رطوبت بطور معنی داری کاهش یافت (شکل ۲). دلیل کاهش رطوبت را می‌توان به خاصیت آبگیری یا جذب آب توسط کیتوزان و فیبر انگور نسبت داد. هیدروکلورئیدها از جمله کیتوزان جاذب آب هستند و آب را در خود نگه می‌دارند. پیروتی و همکاران (۱۳۹۲) نیز نشان دادند که افزایش فیبر گندم و کاراگینان موجب کاهش معنی دار رطوبت دوغ پروبیوتیک گردید [۴۲]. زمردی [۴۳] در ماست میوه‌ای حاوی فیبر گندم و عظیمی

گالاكتوز (۱۰٪)، آرابینوز (۸٪)، مانوز (۳٪)، رامنوز (۱۱٪) و زایلوز (۱۰٪) است [۳۶].



شکل ۱ کانتور پلات تاثیر کیتوزان (الف) و فیبر انگور (ب) بر زنده‌مانی لاکتوپاسیلوس فرمنتوم در طول نگهداری

همچنین سنдра و همکاران (۲۰۰۸) نیز نشان دادند که افزایش فیبر مرکبات به شیرهای تخمیری غنی شده با پروبیوتیک، قابلیت زیستی و رشد آنها را افزایش می‌دهد. آنها ادعا کردند که شاید دلیل افزایش زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها تبدیل سریع لاکتوز به اسید لاکتیک، تاثیر متقابل اجزای شیر (بطور عمدۀ پروتئین‌ها)، تثیت شبکه پروتئینی و جلوگیری از انتقال آب آزاد باشد [۳۷].



شکل ۳ پاسخ سطحی اثر کیتوzan و مدت نگهداری بر تغییرات pH در ماست میوه ای

مدل پیش بینی شده زیر برای رطوبت و pH بر اساس پردازش داده ها بدست آمد:

$$\text{Moisture} = 78/96 - 3/202A - 4/6395B - 0/3995C - 0/969 A^2 - 0/3291AB + 0/0547AC + 2/0214 B^2 + 0/0534BC + 0/0112C^2$$

$$\text{pH} = 4/1819 + 0/4418A + 0/0054B + 0/0252C + 0/0369 A^2 + 0/0725AB - 0/0078AC - 0/0073B^2 + 0/0005BC - 0/001C^2$$

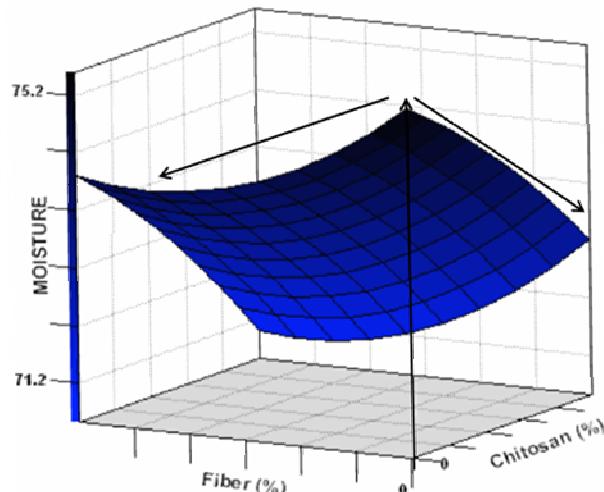
در معادلات بالا، A، B و C به ترتیب نشانگر مقدار کیتوzan، مقدار فیبر انگور و زمان نگهداری می باشند.

۴-آب اندازی

آب اندازی از جمله فاکتورهایی است که مستقیماً کیفیت ماست را تحت تاثیر قرار می دهد. همانطوریکه از شکل ۴ مشخص است میزان آب اندازی با افزایش مقدار فیبر انگور و کیتوzan بطور معنی داری کاهش و با گذشت زمان نگهداری بطور معنی داری افزایش یافت ($p < 0.05$).

فیبرها به دلیل خاصیت اتصال به مولکولهای آب و تداخل با اجزای شیر به ویژه پروتئین ها و در نتیجه پایداری شبکه پروتئین ها می تواند از حرکت آزادانه آب جلوگیری کرده و منجر به کاهش آب اندازی گرددن [۴۵]. هیدروکلرلئیدها یا صمغ ها نیز با افزایش گرانزوی ظاهری در اثر برهم کنش های کلولئیدی از نوع

و همکاران [۴۴] در ماست میوه ای حاوی فیبر پر تقال نشان دادند که با افزایش مقدار فیبر، درصد رطوبت بطور معنی داری کاهش یافت. نتایج این تحقیقات با نتایج این بررسی مطابقت دارد. با توجه به شکل ۳ با افزایش مقدار کیتوzan pH نمونه ها بطور معنی داری افزایش یافت ($p < 0.05$). علت آن شاید به دلیل خاصیت ضد میکروبی کیتوzan باشد که منجر به کاهش رشد میکروب های تولید کننده اسید شده و pH افزایش یافته است. لی و همکاران در سال ۲۰۰۱ نیز نتایج مشابهی را در شیر موز حاوی کیتوzan گزارش کردند [۴۱]. اما افزایش فیبر انگور تاثیر معنی داری بر مقدار pH نمونه ها نداشت که با نتایج فرناندز - گارسیا و مک گریگر (۱۹۹۷) و زمردی [۴] مطابقت دارد. آنها نیز نشان pH دادند استفاده از فیبر جو و گندم تاثیر معنی داری بر مقدار pH نمونه های ماست نداشت. علت آن ممکن است به دلیل خاصیت بافری فیبرها باشد که مانع تغییرات pH شده است [۴۳].



شکل ۲ پاسخ سطحی اثر کیتوzan و فیبر انگور بر درصد رطوبت ماست میوه ای

با توجه به اینکه مدلنهای رطوبت و pH از لحاظ آماری معنی دار ($\alpha = 0.01$)، عدم برآش غیر معنی دار و ضریب تبیین اصلاح شده بالا است (جدول ۲)، لذا مدلنهایی بدست آمده کارآمد بوده و قادر است بطور رضایت بخشی تغییرات ویژگی های مورد آزمون را توجیه کند.

نگهداری معمولاً به دلیل تجدید ساختمانی شدید شبکه کازئین است که با خروج آب پنیر همراه است [۴۷]. تغییرات pH نیز در این امر موثر است. با کاهش pH در اواخر دوره نگهداری، منافذ درشت‌تری در شبکه پروتئینی دیده شده که به احتمال زیاد این امر به خاطر بالا بودن پتانسیل زتای بالاتر میسل‌های کازئین در pH های پایین می‌باشد. وجود این حفرات درشت به جدا شدن راحت‌تر آب از شبکه نیز کمک می‌کند [۴۸]. زمردی و عظیمی نیز نشان دادند که ماست حاوی فیبر گندم و پرتفال آب اندازی کمتری نسبت به نمونه کنترل داشتند [۴۹]. بلکه و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند استفاده از اینولین موجب کاهش آب اندازی در ماست و سایر شیرهای تخمیری می‌گردد [۴۸].

مدل فوق از لحاظ آماری معنی دار بوده، دارای عدم برازش غیر معنی دار و ضریب تبیین اصلاح شده بالا می‌باشد (جدول ۲) که نشان دهنده‌ی رضایت بخشی و کارآمدی مدل فوق می‌باشد، درنتیجه می‌تواند در مراحل بعدی پیشگویی و بهینه سازی به عنوان یک شاخص مورد استفاده قرار گیرد. معادله پیش‌بینی شده زیر برای سینترزیس بر اساس پردازش داده‌ها بدست آمد که در آن A، B و C به ترتیب نشانگر مقدار کیتوزان، مقدار فیبر انگور و زمان نگهداری می‌باشند.

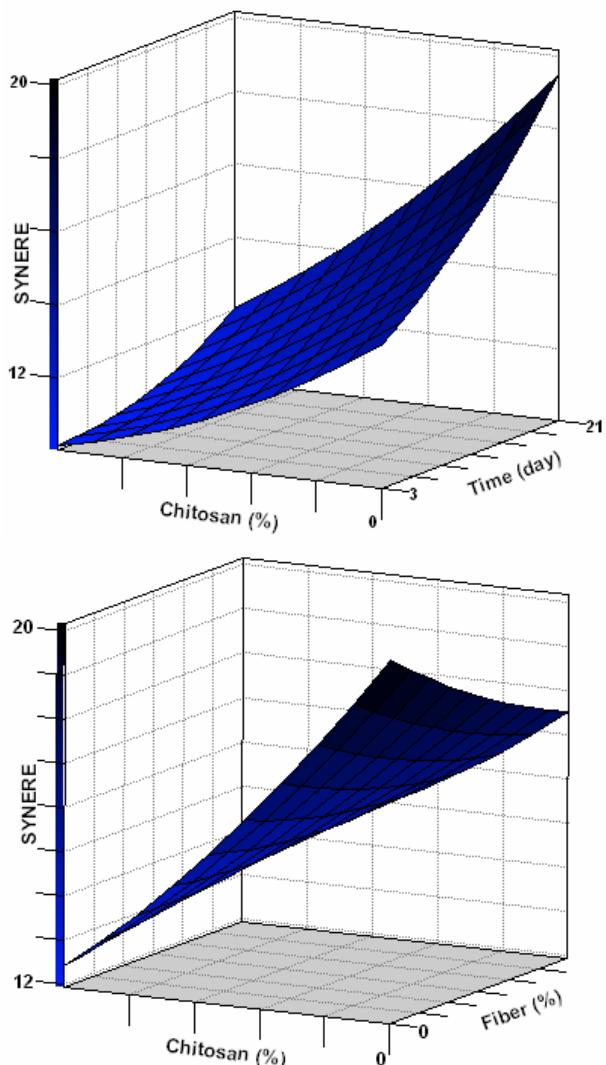
$$\text{Syneresis} = \frac{13}{3386} - \frac{5}{7735}A - \frac{3}{4048}B + \frac{176}{10}C + \frac{2}{6}A^2 + \frac{4}{1625}AB - \frac{0.241}{0.009}AC + \frac{0.75}{0.007}B^2 - \frac{0.009}{0.009}BC + \frac{0.007}{0.007}C^2$$

۳-۵- ارزیابی حسی

خصوصی از عوامل اساسی پذیرش یا رد بسیاری از فرآورده‌ها و کسب رضایت از مصرف آنهاست. همانطوریکه در شکل ۵ مشاهده می‌شود با افزایش میزان فیبر و کیتوزان امتیاز رنگ بطور معنی داری کاهش یافت ($p < 0.05$) که کاهش امتیاز رنگ در اثر استفاده از فیبر بیشتر بود.

دلیل آنرا می‌توان به تیره بودن رنگ فیبر انگور و شیری بودن رنگ کیتوزان نسبت داد که موجب تغییر رنگ ماست شده است. همچنین با افزایش فیبرانگور امتیاز طعم بطور معنی داری کاهش یافت (شکل ۶).

مانعنت فضایی (steric) و دفع الکترواستاتیک، سبب پایداری سامانه‌های تخمیری می‌شوند.



شکل ۴ تاثیر متقابل کیتوزان و فیبر انگور بر درصد آب اندازی در طول زمان نگهداری

اتصالات صمغ‌ها به شکل تنها و یا بصورت اتصال یافته با پروتئین‌ها، منجر به تشکیل شبکه سه بعدی شده و با دام انداختن ذرات پروتئینی و فیبر در این شبکه، باعث پایداری محصول می‌شوند [۴۶]. افزایش آب اندازی در ماست در طول زمان

دلو استافلوا و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که افزایش $1/3$ درصد فیبر به ماست تاثیری در خواص حسی آن نداشت اما افزایش بیشتر از این مقدار موجب کاهش معنی دار خواص حسی ماست گردید [۱۸]. سندرا و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که افزایش میزان بیشتر فیبر موجب کاهش خواص حسی نمونه های ماست معمولی توسط مصرف کننده می گردد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد [۱۹].

همچنین با افزایش زمان نگهداری امتیاز رنگ نمونه ها بطور معنی داری افزایش یافت ($p < 0.05$). علت آن ممکن است به دلیل کاهش ترکیبات فنولی در اثر آنزیم های بتاگلوكوزیداز، لاکتاز و پراکسیداز و فعالیت باکتری های لاكتیکی ماست در طول نگهداری باشد [۵۱]، که از بین رفتن شدت رنگ، از نظر ارزیابان فاکتور مثبت تلقی شده است.

مدل های فوق از لحاظ آماری معنی دار بوده دارای عدم برآزش غیر معنی دار و ضریب تبیین اصلاح شده بالاتر از 70% می باشد (جدول ۲)، درنتیجه می توان برای پیش بینی مقدار رنگ و طعم از آن استفاده کرد.

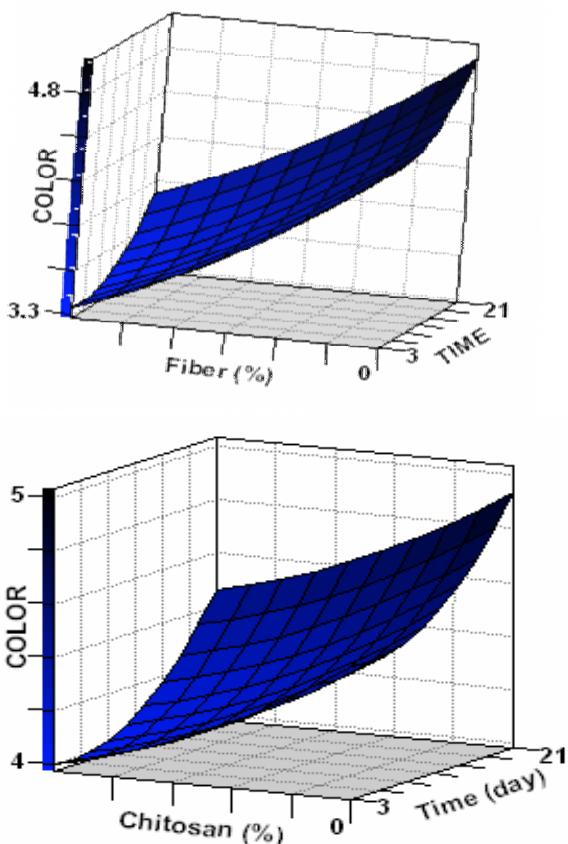
$$\text{Color} = 4/5151 - 0/781A - 0/401B - 0/02C + 0/2909A^2 + 0/0833AB - 2/87E-16AC + 0/3409B^2 - 2/7E-17BC + 0/0021C^2$$

$$\text{Flavor} = 4/4527 - 0/9334A + 0/6665B - 0/0701C + 0/9818A^2 + 0/0416AB - 0/0194AC - 0/9848B^2 - 0/0115BC + 0/0042C^2$$

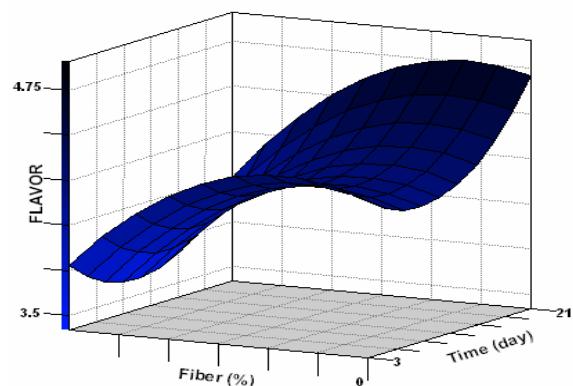
A ، B و C به ترتیب نشانگر مقدار کیتوزان، مقدار فیبر انگور و زمان نگهداری می باشد.

۶-۳- بهینه سازی

با توجه به تحلیل نمودارها و این نکته که شرایط بهینه برای یک پاسخ، ممکن است برای پاسخ دیگری نامساعد باشد بایستی شرایطی را معرفی کرد که تا حد امکان تمامی پاسخ ها را به نحو رضایت بخشی بهینه نماید. برای این منظور کانتور پلات های مختلف بر روی هم قرار گرفته شد و منطقه ای که مشخصات تمامی پاسخ ها را برآورد کند، به عنوان منطقه بهینه معرفی می گردد. مبنای بهینه سازی، به حداقل رساندن آب اندازی و ماکریزم کدن مقادیر فیبر، کیتوزان و زمان نگهداری می باشد. به



شکل ۵ منحنی پاسخ سطحی اثر فیبر و کیتوزان بر طعم ماست میوه ای در طول نگهداری



شکل ۶ منحنی پاسخ سطحی تاثیر فیبر انگور بر امتیاز طعم ماست میوه ای در طول نگهداری

- physic-chemical Properties of Hibiscus safdariffa & L. casei incorporated probiotic yogurt, *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11 (17), 2101-2108.
- [5] Majeed, M. & Prakash, L., 2007, Probiotics for health & wellbeing, Sabinsa Corporation, 1-12.
- [6] Yeganehzad, S., Mazaheri-Tehrani, M. & Shahidi, F., 2007, Studying microbial, physicochemical & sensory properties of directly concentration probiotic yogurt, *African Journal of Agricultural Research*, 2 (8), 366-369.
- [7] Alamprese, C., Foschino, R., Rossi, M., Pompei, C., Savani, L., 2002, Survival of *lactobacillus johnsonii* La 1 and influence of its addition in retail- manufactured ice cream produced with different sugar and fat concentration, *International Dairy Journal*, 12, 201-208.
- [8] Gonzalez, N.J., Adhikari, K., Sancho-Madriz, M.F., 2011, Sensory characteristics of peach-flavored yogurt drinks containing prebiotics and synbiotics, *LWT – Food Sci. Technology*, 44, 158–163.
- [9] Shahidi, F., Arachchi, J.K.V. and Jeon, Y.J., 1999, Food applications of chitin and chitosans, *Trends in Food Science and Technology*, 10, 37–51.
- [10] Muzzarelli, R. A. A., Terbojevich, M., & Cosani, A., 1996, Unspecific activities of lipases and amylases on chitosans, In R. A. A. Muzzarelli (Ed.). Chitin enzymology (Vol. 2, pp. 69). Grottammare, Italy: Atec.
- [11] Rodriguez, M.S., Montero, M., Dello Staffolo, M., Bevilacqua, A. and Albertengo, A., 2008, Chitosan influence on glucose and calcium availability from yogurt, In vitro comparative study with plants fibre. *Carbohydrate Polymers*, 74, 797–801.
- [12] Selvendran, R. R., 1984, The plant cell wall as a source of dietary fiber: chemistry and structure, *American Journal of Clinical Nutrition*, 39, 320-337.
- [13] Theander, O., Westerlund, E., Aman, P. & Graham, H., 1989, Plant cell walls and monogastric diets. *Anim, Food Science and Technology*, 23, 205-225.
- [14] Labell, F., 1990, Designer food in cancer prevention, *Food Process*, 51, 23–32.

طوری که تعداد پروریوتیک در حد قابل قبول برای اثرات سلامتی (سبک لگاریتمی) و امتیاز حسی نیز در حد قابل قبول باشد. لذا شرایط بهینه برای تولید ماست پروریوتیک میوه‌ای، مقدار فیبر انگور ۰/۹ درصد، مقدار کیتوزان ۱/۰ درصد و زمان نگهداری ۱۲ روز تعیین گردید. در این شرایط تعداد لاکتوپاسیلوس فرمتووم (PTCC 1744) ۸/۷۱ سبک لگاریتمی، رطوبت٪/۵۸، pH=۴/۳۶ آب اندازی ۱۳/۸۵٪ و امتیاز طعم و رنگ به ترتیب ۳/۸ و ۳/۵۳ از ۵ بود.

۴- نتیجه گیری

با توجه به نتایج حاصل از این بررسی، افزایش میزان کیتوزان زنده‌مانی لاکتوپاسیلوس فرمتووم، رطوبت، آب اندازی و رنگ را بطور معنی‌داری کاهش داد ولی بر میزان طعم اثر معنی داری نداشت. همچنین افزایش مقدار فیبر موجب افزایش زنده‌مانی لاکتوپاسیلوس فرمتووم، کاهش رطوبت و آب اندازی گردید. با وجود کاهش خواص حسی با افزایش فیبر، امتیاز این ارزیابی در فرم طراحی شده برای تست پانل در محدوده خوب و قابل قبول قرار داشت. با توجه به مدل تجربی بدست آمده توسط روش سطح پاسخ، ارتباط بین متغیرهای مورد مطالعه یعنی فیبر انگور، کیتوزان و زمان نگهداری مناسب تشخیص داده شد. لذا می‌توان از فیبر انگور به مقدار ۰/۹ درصد و کیتوزان به مقدار ۱/۰ درصد با ۱۲ روز نگهداری در تهیه ماست میوه‌ای پروریوتیک حاوی کیوی استفاده کرد.

۵- منابع

- [1] Holzapfel, W. H. & Schillinger, U., 2002, Introduction to pre and probiotics, *Food Research International*, 35, 109–116.
- [2] FAO/WHO, 2003, Probiotics in Food. Health and Nutritional Properties and Guidelines for Evaluation, vol. 85. FAO/WHO, Rome-Italy.
- [3] Shahidi, F. & Mendosa, A. F., 2008, A perception to survival of *Bifidobacterium* spp. in biyoghurt, simulated gastric juice & bile solution, *World Applied Sciences Journal*, 3 (1), 40-44.
- [4] Rasdhari, M., Parekh, T., Dave, N., Patel, V. & Subhash, R., 2008, Evaluation of various

- [26] Larrauri, J. A., Borroto, B., & Crespo, A. R., 1997, Water recycling in processing orange peel to a high dietary fiber powder, International Journal of food Science & technology, 32, 73-75.
- [27] Sathyaranayanan, J., Kunthala, J. & Gurumurthy, K., 2011, Optimization of MRS media components using response surface methodology for the riboflavin production by *Lactobacillus fermentum* isolated from yoghurt sample, International Food Research Journal, 18, 149-158.
- [28] De Man, J.C., Rogosa, M., Sharpe, M., E., 1960, A medium for the cultivation of Lactobacilli, J. Appl. Bacteriol, 23, 130–135.
- [29] Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI), 2008, Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds - Part 1: Colony count technique in products with water activity greater than 0.95. No, 10899-1.
- [30] Sahan, N., Yasar, K. & Hayaloglu, A.A., 2008, Physical, chemical and flavor quality of non-fat yogurt as affected by a b-glucan hydrocolloidal composite during storage, Food Hydrocolloids, 22, 1291-1297.
- [31] Koegb, M.K. & Okennedy, B.T., 1998, Rheology of stirred yoghurt as affected by added milk fat protein and hydrocolloids, Journal of Food Science, 3,108 -110.
- [32] Dutta, P. K., Tripathi, S., Mehrotra, G. K. & Dutta, J, 2009, Perspectives for chitosan based antimicrobial films in food applications, Food Chemistry, 114, 1173–1182.
- [33] No, H. K., 2007, Application of chitosan for improvement of quality and shelf life of foods: a review, Food Science, 72(5), 87-100.
- [34] Tsai, G. J., Y. Z. Wu & W. H. Su., 2000, Antibacterial activity of chitooligosaccharide mixture prepared by cellulose digestion of shrimp chitosan and its application to milk preservation, J. Food Prot. 63, 747- 752.
- [35] Barzegar, H., Karbasi, A., Jamalian, J. & Amin Lari, M., 2007, The study of the possibility using of chitosan as a natural perseveration in the mayonnaise, Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. 12, 361-370.
- [15] Pinelo, M., Arnous, A. and Meyer, A.S., 2006, Upgrading of grape skins: Significance of plant cell-wall structural components and extraction techniques for phenol release., Trends. Food. Sci. Tech. 17, 579 – 90
- [16] Deng, Q., Penner, M. H., & Zhao, Y., 2011, Chemical composition of dietary fiber and 29 polyphenols of five different varieties of wine grape pomace skins, Food Research International, 44(9), 2712-2720.
- [17] Llobera, A. & Canellas, J., 2007, Dietary fibre content and antioxidant activity of Manto Negro red grape (*Vitis vinifera*): pomace and stem, Food Chemistry, 101, 659–666.
- [18] Dello Staffolo, M., Bertola, N., Martino, M. & Bevilacqua, A., 2004, Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt, International Dairy Journal, 14(3), 263-268.
- [19] Sendra, E., Kuri, V., Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E., Navarro, C. & Perez-Alvarez, J. A., 2010, Viscoelas-tic properties of orange fiber enriched yogurt as a function of fiber dose, size and thermal treatment, LWT - Food Science and Technology, 43, 708–714.
- [20] Tarakçi, Z., 2010, Influence of Kiwi Marmalade on the Rheology Characteristics, Color Values and Sensorial Acceptability of Fruit Yogurt, Kafkas Univ Vet Fak Derg 16, 173-178.
- [21] Ausar, S. F., Passalacqua, N., Castagna, L.F., Bianco, I.D. & Beltramo, D.M., 2002, Growth of milk fermentative bacteria in the presence of chitosan for potential use in cheese making, International Dairy Journal, 12, 899-906.
- [22] Valiente, C., Arrigoni, E., Esteban, R.M., & Amado, R., 1995, Grape Pomace as a potential food fiber, Journal of Food Science 60 (4), 818–820.
- [23] AOAC., 1997, Official Methods of Analysis, Washington DC: Association of Official Analytical Chemists.
- [24] Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI), 2006, Tea – Determination of crude fibre content, 1386. No, 3394
- [25] Pearson, D., 1970, The chemical Analysis of food. 6th edition, page 53-62, 84-94, Churchill, London.

- fiber on physicochemical, rheological and sensory properties of fruit yogurt, *Journal of Food Science and Technology*, 5(1), 23-34.
- [45] Tamime, A. Y., & Robinson, R. K., 2007, *Tamime & Robinson. Yoghurt: Science & Technology* (Third edition), Cambridge: Woodhead Publishing, 348-429.
- [46] Kiani, H., Mousavi, M. E., Razavi, H. & Morris, E. R., 2010, Effect of gellan, alone and in combination with high-methoxy pectin, on the structure and stability of doogh, a yogurt-based Iranian drink. *Food Hydrocolloids*, 2(8), 744-754.
- [47] Van Vliet, T., Lucey, J.A., Grolle, K. & Walstra, P., 1997, Rearrangements in acidinduced casein gels during and after gel formation. In: Dickinson, E., Bergenstahl, B. (Eds.), *Food colloids: proteins, lipids and polysaccharides*. Royal Society of Chemistry, Cambridge. Pp, 335–345.
- [48] Blecker, C., Chevalier, J. P., Van Herck, J. C., Fougnies, C., Deroane, C. & Paquot, M., 2001, Inulin: Its pHysio-chemical properties and technological functionality. *Recent Research Development in Agriculture and Food Chemistry*, 5, 125–131.
- [49] Dello Staffolo, M., Bertola, N., Martino, M. & Bevilacqua, A., 2004, Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt, *International Dairy Journal*, 14(3), 263-268.
- [50] Sendra, E., Kuri, V., Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E., Navarro, C. & Perez-Alvarez, J. A., 2010, Viscoelas-tic properties of orange fiber enriched yogurt as a function of fiber dose, size and thermal treatment, *LWT - Food Science and Technology*, 43, 708–714.
- [51] Patrick, P. M. and Kalidas, S., 2005, Phenolic antioxidant mobilization during yogurt production from soymilk using Kefir cultures, *Process Biochemistry*, 40, 1791–1797.
- [36] Zomorodi, Sh., 2005, Storage, proccessing and quality control of grape, Agricultural Research and education organization, 181-182.
- [37] Sendra, E., Fayos, P., Lario, Y., Fernndez-Lpez, J., Sayas-Barber, E., & Pérez-Alvarez, J.A., 2008, Incorporation of citrus fibers in fermented milk containing probiotic bacteria, *Food Microb.* 25, 13–21.
- [38] Spiegel, J.E., Rose, R., Karabell, P., Frankos, V.H. & Schmitt, D.F., 2004, Safety and benefits of fructooligosaccharides as food ingredients, *Food Technology*, 48, 61 –65.
- [39] Capela, P., Hay, T. K. C. & Shah, N. P., 2006, Effect of cryoprotectants, prebiotics and microencapsulation on survival of probiotic organisms in yoghurt and freeze-dried yoghurt, *Food Research International*, 39, 203–211.
- [40] Donkor, O. N., Nilmini, S.L.I., Stolic, P., Vasiljevic, T. & Shah, N.P., 2007, Survival and activity of selected probiotic organisms in set-type yoghurt during cold storage, *International Dairy Journal*.17, 657-665.
- [41] Ha, T.J. and Lee, S. H., 2001, Utilization of chitosan to improve the quality of processed milk, *J. Korean Soc. Food Sci. Nut.* 30, 630–634.
- [42] Piroti, Z., Zomorodi, Sh., Khosrowshahi Asl, A. & Ahmadzadeh Ghavidel, R., 2013, The study of the effect of Hydrocolloids on rheological properties in doogh containing dill extract (*Anethum graveolens*) by using response surface methodology (RSM), 2nd National Conference on Food Science and Technology.
- [43] Zomorodi, SH., 2013, Physicochemical, rheological and sensory properties of stirred fruit yoghurt fortified by wheat fiber, *Journal of Food Research (Agricultural Science)*. 22 (4), 443-454.
- [44] Azimi Mahalleh, A, Zomorodi, SH, Mohamadi Sani, A, & Ahmadzadeh Ghavidel, R., 2013, The study of the effect of orange

Optimization grape fiber and chitosan amounts in fruit yoghurt using response surface methodology (RSM)

Dibazar, P.¹, Khosrowshahi Asl, A.^{2*}, Zomorodi, Sh.³

1. MSc Student, Department of Food Science, Urmia University
2. Professor, Department of Food Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran. (09141418804),
3. Assistant Professor, Department of Engineering, Agricultural Research Center, West Azarbjan. Iran

(Received: 93/2/23 Accepted: 93/7/8)

In this study the effect of grape fiber and chitosan on *Lactobacillus Fermentum* viability, physicochemical and sensorial properties in yoghurt containing kiwi was investigated during storage, using response surface methodology (RSM). Amounts of grape fiber, chitosan and storage time were in the range of 0-1.2 %, 0-1 % and 3-21 day, respectively. The results indicated that with increasing the amount of chitosan, *Lactobacillus Fermentum* viability decreased, but it was increased by increasing grape fiber during storage significantly ($P<0.05$). Moisture and syneresis of samples reduced significantly by increasing the amounts of chitosan and fiber ($P<0.05$). According to sensory evaluation, increasing the amounts of chitosan caused decrease in color scores. Flavor scores decreased as grape fiber increased significantly ($P<0.05$). In conclusion, using 0.9 % grape fiber, 0.1 % chitosan, and 12 day storage were found as optimum conditions for producing probiotic kiwi fruit yogurt.

Keywords: Chitosan, Fruit yoghurt, Grape fiber, *Lactobacillus Fermentum*.

* Corresponding Author E-Mail Address: a.khosrowshahi@gmail.com